

PHILIPS SERVICE MAANDBLAD



SPECIAAL VOOR ERKENDE RADIO SERVICE-HANDELAREN

AUTEURSRECHT VOORBEHOUDEN

• GEGEVENS ZONDER OCTROOIGARANTIE •

UITGAVE: PHILIPS NEDERLAND N.V.

DE TRANSISTOREN 1)

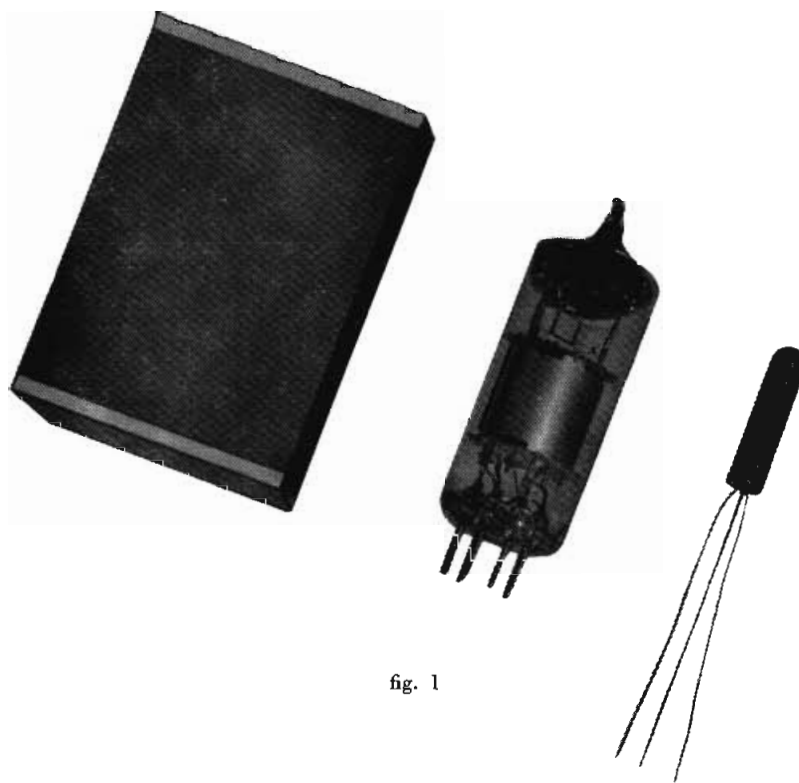


fig. 1

Inleiding

Dit is het eerste van een serie artikelen gewijd aan de transistor, een nieuw schakelement, dat in 1948 zijn intrede deed in de elektronica en sedertdien een steeds belangrijker plaats daarin gaat innemen.

Momenteel wordt namelijk de transistor in verschillende takken van de elektronica veelvuldig toegepast en wel speciaal in die gevallen waar het een kleine output of beperkte plaatsruimte betreft. Voorbeelden hiervan zijn: telefooninstallaties, autoradio, draagbare ontvangers en hoorapparaten. In fig. 1 is een transistor van het type OC71 afgebeeld, terwijl als vergelijkingsobject een batterijbuis van het type DAF91 en een luciferdoosje zijn aangegeven. Uit deze figuur volgt direct het grote voordeel, dat de transistor t.o.v. de radiobuis bezit wat betreft de afmetingen.

Het transistor-effect

Alvorens over te gaan tot het geven van een beschrijving van de werking en de constructie van de transistor, zullen wij eerst eens nagaan, wat wordt verstaan onder het transistor effect en hoe dit effect kan worden verklaard. Voor dit doel wordt een meetopstelling gemaakt als getekend in fig. 2.

Op een metalen plaat B ligt een vlak stukje N germanium (N-GE) waarbij wordt verondersteld, dat het germanium een goed contact maakt met de onderliggende metalen plaat. Onder N germanium wordt een bepaalde germaniumsoort verstaan, die veelvuldig gebruikt wordt bij de fabricage van transistoren. Het is germanium, dat met bepaalde stoffen tot een zeker percentage is verontreinigd, waardoor het germanium een overschot aan vrije elektronen verkrijgt.

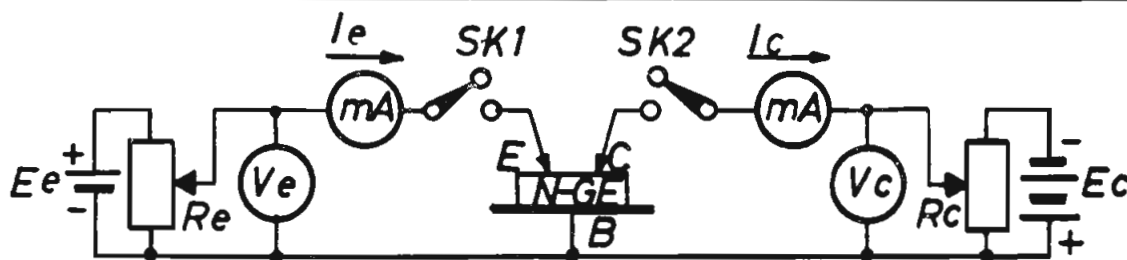


fig. 2

Wij zullen hier echter later nog uitvoerig op terug komen.

Op de bovenzijde van het stukje germanium drukken, dicht bij elkaar, twee metalen contactdraden E en C. Deze contactdraden veelal „cat whiskers” (snorharen van een kat) genaamd, zijn meestal gemaakt van fosforbrons. Zij zijn zeer dun en veerkrachtig. De afstand tussen de contactpunten E en C bedraagt ongeveer 0,2 mm. Het geheel doet denken aan kristal detector, zoals deze werd gebruikt in de jaren, dat de radiotechniek nog in de kinderschoenen stond.

Indien de schakelaar SK2 wordt gesloten, zal er in het rechter circuit een stroom gaan vloeien en wel van $+E_c$ via de metalen plaat B, de germaniumlaag B-C, het contactpunt C, de schakelaar SK2, de milliampèremeter en de potentiometer Rc terug naar $-E_c$. De spanning tussen de punten B en C, afleesbaar op de voltmeter Vc wordt zodanig toegevoerd, dat punt C een negatief potentiaal heeft t.o.v. punt B. De stroomrichting wordt aangegeven door de pijl I_c (aangenomen wordt hier, dat de stroom van $+$ naar $-$ vloeit). De grootte van deze stroom wordt bepaald door:

1. De spanning tussen de punten B en C.
2. De weerstand van de germanium laag tussen de punten B en C.

Om een juiste indruk van de orde van grootte van laatstgenoemde weerstand te geven zij vermeld, dat voor het verkrijgen van een stroom $I_c = 1 \text{ mA}$ een spanning V_c van ongeveer 10 V nodig is. De weerstand van de germaniumlaag bedraagt in dit voorbeeld dus:

$$\frac{10}{0,001} = 10.000 \text{ ohm}$$

Vervolgens wordt de schakelaar SK2 geopend en SK1 gesloten. Dit betekent, dat het circuit $+E_c$, R_c , milliampèremeter, schakelaar SK1, contactpunt E, germaniumlaag E-B, metaalplaat B, $-E_c$ wordt gesloten. De spanning tussen de punten E en B, afleesbaar op de voltmeter V_e , wordt zodanig aangelegd, dat punt E positief is ten opzichte van B. De stroomrichting wordt aangegeven door de pijl I_e . Het blijkt nu, dat een spanning van 0,5 V tussen de punten E en B reeds voldoende is, om een stroomsterkte van 1 mA te verkrijgen ($I_e = 1 \text{ mA}$). Dit betekent, dat de weerstand van de germaniumlaag in dit geval bedraagt:

$$\frac{0,5}{0,001} = 500 \text{ ohm.}$$

De germaniumlaag gedraagt zich dus als een weerstand waarvan de waarde afhankelijk is van de richting van de stroom. Als het contactpunt negatief is ten opzichte van de metalen plaat B, bedraagt de inwendige weerstand 10.000 ohm, terwijl bij tegenovergestelde polariteit deze weerstand 500 ohm bedraagt of wel 20x kleiner. Het geheel gedraagt zich als een diode, waarvan de inwendige weerstand voor het geval de diodestroom

geleidt, 500 ohm bedraagt, terwijl deze weerstand 10.000 ohm bedraagt als de diode spert. Op dit principe werkt de germaniumdiode. Wij komen hier later nog op terug.

Vervolgens worden de schakelaars SK1 en SK2 gelijktijdig gesloten, zodat zowel in het rechter als in het linker circuit een stroom vloeit. Het blijkt nu, dat er een bepaald verband bestaat tussen de stroom I_c in het rechter circuit en de stroom I_e in het linker circuit. Een toename van I_e , verkregen door de spanning tussen de punten E en B te vergroten, zal een toename van de stroom I_c tot gevolg hebben, indien de spanning tussen de punten B en C constant blijft.

Als de toename van I_e wordt aangeduid met ΔI_e en de toename van I_c , die daarvan een gevolg is met ΔI_c , dan blijkt, dat er binnen bepaalde grenzen een lineair verband bestaat tussen ΔI_c en ΔI_e .

$$\frac{\Delta I_c}{\Delta I_e} = \text{constant}$$

Een toename van de stroom in het linker circuit veroorzaakt dus een kleiner worden van de weerstand en het rechter circuit (de weerstand tussen de punten B en C).

Aan dit verschijnsel, dat bekend staat als het transistor-effect, dankt de transistor zijn naam. Het woord transistor is nl. een samenvoeging van de cursieve gedeelten van de woorden *transfer* en *resistor*. Het waargenomen verschijnsel is het resultaat van een bepaald proces, dat plaats vindt in het germanium. De elektronentheorie, die ervan uitgaat, dat een elektrische stroom bestaat uit een elektronenbeweging in een bepaalde richting, kan hiervoor geen verklaring geven en zal daarom in het hiernavolgende met enige nieuwe begrippen worden uitgebreid. Hiervoor is het noodzakelijk om de halfgeleiders in het algemeen en germanium in het bijzonder aan een nader onderzoek te onderwerpen.

Samenstelling van de verschillende materialen

Het zal u bekend zijn, dat elke stof is samengesteld uit een groot aantal zeer kleine deeltjes, die alle dezelfde eigenschappen als de stof zelf bezitten, nl. dezelfde warmtegeleiding, chemische eigenschappen enz. Deze uiterst kleine deeltjes, moleculen genaamd, zijn zo klein, dat ze zelfs met de krachtigste microscoop niet te zien zijn. Zo is een watermolecule het kleinste bestaande deeltje, dat nog de eigenschappen van water bezit. Een nadere beschouwing van de moleculen leert ons, dat deze moleculen op hun beurt weer zijn samengesteld uit twee of meer nog kleinere deeltjes, atomen genaamd. Een watermolecule b.v. blijkt te zijn gebouwd uit 3 atomen, nl. 2 waterstofatomen en 1 zuurstofatoom. Aan het einde van de vorige eeuw is theoretisch vastgesteld, dat alle stoffen, die wij kennen, zijn opgebouwd uit ruim 90 basisstoffen, de z.g. elementen. (Er komen

92 elementen in de natuur voor, terwijl men er tot heden in geslaagd is om de elementen 93 t/m 100 kunstmatig te maken). Het kleinste deeltje van een element, dat nog dezelfde eigenschappen als dat element bezit, wordt atoom genoemd. Water bestaat dus uit de elementen waterstof en zuurstof.

Indien wij in staat waren om een atoom zodanig te vergroten, dat het zichtbaar werd, zouden wij kunnen vaststellen, dat het uit nog kleinere deeltjes is opgebouwd en wel een kern waaromheen zich elektronen bewegen. In fig. 3 is dit sterk overdreven getekend. De kern zelf is op haar beurt weer samengesteld uit verschillende deeltjes, de voornaamste hiervan zijn de protonen, die een positieve lading bezitten en de neutronen, die geen elektrische lading hebben. De kern zal dus een positieve lading vertegenwoordigen. Zoals reeds werd opgemerkt, bewegen zich elektronen, die een negatieve lading bezitten, in bepaalde banen rond deze positief geladen kern. De positieve lading van de kern en de som van de negatieve ladingen van de elektronen, die zich rondom deze kern bewegen, zullen elkaar opheffen met als resultaat dat het atoom zelf geen elektrische lading bezit en bijgevolg elektrisch neutraal is. Onderzoekingen omtrent de elektronen, die zich in bepaalde banen rondom de atoomkern bewegen, hebben aangetoond, dat een dergelijk elektron een zekere hoeveelheid energie vertegenwoordigt, die het rond deze kern doet draaien. Indien deze elektronen worden gerangschikt overeenkomstig de hoeveelheid energie die

dat de elektronen zich op onderling gelijke afstanden van elkaar bevinden. In fig. 4 is het bovenstaande schematisch getekend. Elke cirkel vertegenwoordigt dan een bepaald energieniveau. De cirkel, gemerkt met 1, bezit het kleinste, terwijl de buitenste cirkel (gemerkt met 4) het grootste bezit. In werkelijkheid zullen deze cirkels ook om een as in het vlak van de tekening draaien, zodat ruimtelijk gezien elke cirkel in werkelijkheid een bol voorstelt (zie fig. 5). Wat dus in een plat vlak wordt gezien als een ring, stelt ruimtelijk de schil van de bol voor. In de literatuur wordt dan ook meestal gesproken van de energie van de verschillende schillen. Daar de elektronen in de binnenste schillen minder energie vertegenwoordigen dan die in de buitenste schil, zal er dus meer energie voor nodig zijn om een elektron uit een binnenste schil te verwijderen dan om een elektron uit de buitenste schil te verwijderen. Wordt nl. energie toegevoerd aan een elektron in schil 1, dan zal indien deze energie groot genoeg is, dit elektron zich naar buiten gaan bewegen en een plaats in schil 2 gaan innemen enz. Wordt echter energie aan een elektron, die zich in schil 4 bevindt, toegevoerd, dan zal zich dit ook naar buiten willen bewegen en op een gegeven ogenblik, als de energie groot genoeg is, uit de buitenste ring vliegen om vervolgens een nieuw leven nl. dat van vrij elektron te beginnen.

Laten wij eens veronderstellen, dat een elektron uit de buitenste kring is verwijderd. Wat blijft er dan van het germaniumatoom over? Er blijft dan een positieve kern

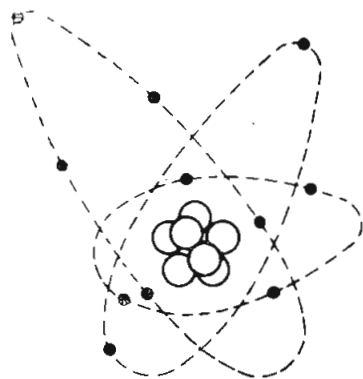


FIG 3

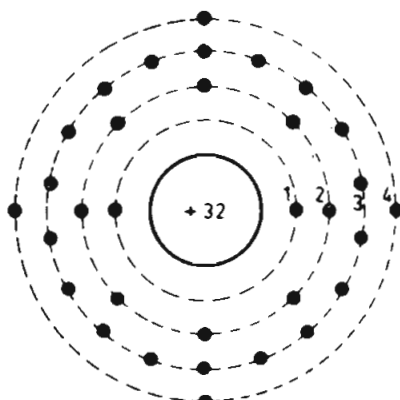


FIG. 4

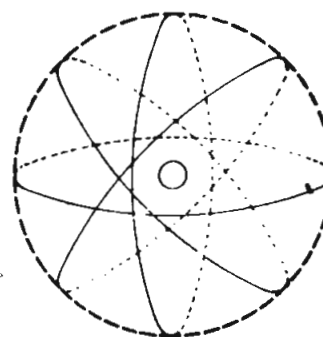


FIG. 5

zij vertegenwoordigen, blijkt, dat ze in bepaalde groepen kunnen worden ingedeeld. Elke groep bevat dan een of meer elektronen, dit laatste is afhankelijk van de samenstelling van het atoom.

Germanium b.v. bestaat uit een kern waaromheen zich 32 elektronen bewegen. De kern bezit in dit geval dus een positieve lading, die de negatieve lading van deze 32 elektronen geheel opheft, want een atoom germanium is elektrisch neutraal. Deze 32 elektronen kunnen in 4 groepen worden verdeeld al naar gelang de energie die zij vertegenwoordigen. Twee elektronen vormen de groep met de kleinste energie, dan komt een groep van 8 elektronen, vervolgens een van 18 en tenslotte een groep van 4 elektronen, die dus de meeste energie vertegenwoordigen. Om het geheel niet te gecompliceerd te maken, wordt in het volgende aangenomen, dat de banen, die de elektronen rond de kern beschrijven cirkelvormig zijn, terwijl tevens wordt verondersteld,

van + 32 met daaromheen draaiend, 31 elektronen over. Het geheel heeft dan een positieve lading gekregen van + 1.

Het zal u duidelijk zijn, dat wat in het bovenstaande werd uiteengezet over een germaniumatoom, eveneens geldt voor de andere atomen, echter met dit verschil, dat de positieve lading van de kern, het aantal elektronen, het energieniveau van deze elektronen (dus het aantal schillen) en de verdeling van de elektronen over deze schillen van atoom tot atoom verandert.

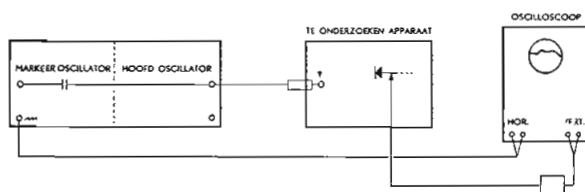
Silicium b.v. (eveneens een half-geleider) heeft een positieve kern met een lading +14. De elektronen zijn verdeeld over 3 schillen. De schil met de kleinste energie heeft 2 elektronen, dan komt een schil met 8, terwijl de buitenste schil weer 4 elektronen bevat.

(In het volgende nummer zal dit artikel worden voortgezet)

Mengversterker GM 2876 A

De reden voor het verschijnen van deze mengversterker ligt in het feit, dat van de zijde van handel en industrie herhaalde malen bezwaren rezen tegen de moeilijke hanteerbaarheid van de „wobblers”. De tot nu toe normale meetopstelling voor het „wobblen” van FM- en TV-ontvangers, -versterkers enz., welke opstelling hieronder is geschetst, gaf aanleiding tot de volgende opmerkingen:

- 1e. De grootte van de markering is sterk afhankelijk van de plaats op de kromme, terwijl de markering naast de kromme geheel verdwijnt. De belangrijke punten aan de voet van de kromme zijn moeilijk te bepalen.
- 2e. De gemeten kromme wordt sterk vervormd (zakt a.h.w. in elkaar), wanneer aan het gevoelige deel van deze kromme een grote markerspanning wordt toegevoerd.
- 3e. Het is soms moeilijk om de markering te verwezenlijken bij de „geschreven” discriminatorkromme; ten aanzien hiervan moet worden opgemerkt, dat dit veroorzaakt wordt door een effectieve AM-onderdrukking van de berokken discriminator.
- 4e. In de gevallen, dat de frequentie van de hoofdosillator nauwkeurig dient te worden gemeten of ingesteld, heeft men uitwendige hulpmiddelen nodig om de markeer- of kristaloscillator te laten interfereren met de hoofdosillator.

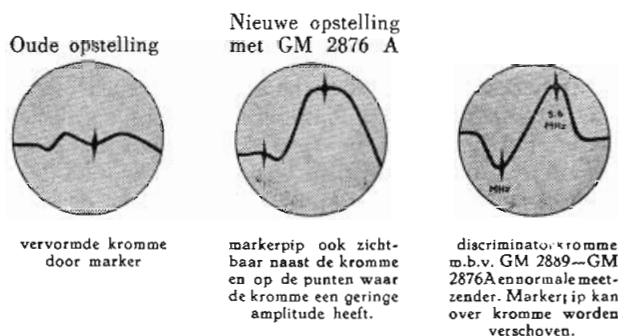


De oorzaak van de beide eerstgenoemde bezwaren ligt in het feit, dat de signalen van de markeer- en hoofdosillator gemengd worden in het te onderzoeken apparaat. E.e.a. is dus inderdaad te wijten aan de tot nu toe algemeen gevolgde meetmethode. Bij de mengversterker GM 2876 A worden de signalen van hoofd- en markeeroscillator, buiten het te onderzoeken apparaat om, gemengd en na het passeren van een transistorversterker gecombineerd met het signaal uit het te onderzoeken apparaat (de kromme dus) en vervolgens toegevoerd aan de oscillograaf. Het signaal van de markeeroscillator gaat hierbij dus buiten het meetobject om, zodat de moeilijkheden, welke optreden bij menging in het meetobject, zijn voorkomen.

De markeerpuls is dus *naast* de kromme even groot als *op* de kromme, welke laatste niet wordt vervormd.

Bij punt 3 kan nog worden opgemerkt, dat het nu mogelijk blijkt om i.p.v. de markeeroscillator een normale AM-meetzender te gebruiken (bijv. type GM 2882, GM 2883 of GM 2893), zodat ook bij lagere frequenties (5,5 MHz of 10,7 MHz), zonder gebruik van een kristal, een markering op de „geschreven” discriminatorkromme kan worden verkregen. Deze markeerpuls kan langs de gehele kromme worden ver-

schoven. Op deze wijze kunnen de pos. en neg. top bepaald worden (bijv. bij resp. 5,4 MHz en 5,6 MHz), waarbij men nu niet langer in onzekerheid verkeert of 5,5 MHz wel midden in het rechte gedeelte ligt. De breedte van dit rechte deel wordt hierbij eveneens bepaald.



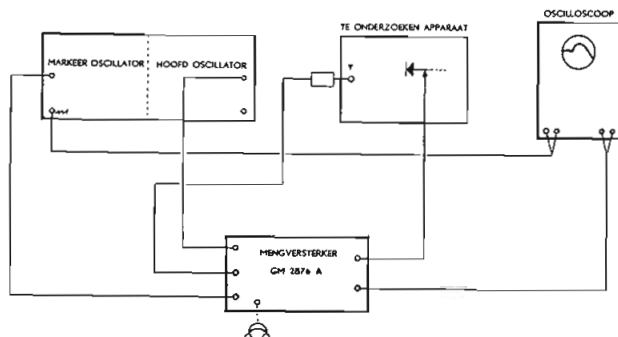
De oplossing voor het 4e punt is in de mengversterker GM 2876 A verwezenlijkt; het apparaat is voorzien van een aansluiting voor een hoogohmige hoofdtelefoon, terwijl het interfereren ook zichtbaar kan worden gemaakt m.b.v. een oscillograaf.

Het is nu bijv. mogelijk om van de generator GM 2889

- 1e. de markeeroscillator te ijken d.m.v. de kristaloscillator en
- 2e. de hoofdosillator te ijken d.m.v. de markeer- of kristaloscillator.

De toepassingsmogelijkheden zijn niet beperkt tot het gebruik in een „wobbler” opstelling. Men kan op eenvoudige wijze twee frequenties aan elkaar gelijk maken, frequentieschalen ijken enz.

Van het apparaat kan bovendien worden afgenomen een negatieve gelijkspanning, welke continu regelbaar is tussen 0 en -4,5 V voor het kortsluiten en vastleggen van de AVC in de te onderzoeken ontvanger.



PHILIPS SERVICE MAANDBLAD

AG 2004-95 F	SPANNINGSCARROUSEL	SM 22-9
--------------	--------------------	---------

De spanningscarroussel is bij de platenspeler AG 2004-95F op een andere manier aan de montageplaat bevestigd dan bij de AG 2004-95.

De carrousselplaatjes zijn verschillend van vorm en hierdoor niet onderling verwisselbaar.

Het is daarom noodzakelijk, wanneer de montageplaat van de AG 2004-95F moet worden vervangen, ook de spanningscarroussel uit te wisselen.

De nieuwe spanningscarroussel dient volgens bijgaand prinseschema (fig. 1) te worden aangesloten.

In fig. 2 is te zien hoe de voorschakelweerstand voor 127 V op de spanningscarroussel wordt aangebracht.

Codenummer montageplaat 49 915 16

Codenummer carrousselplaat A3 227 70

Codenummer carrouselknop A3 228 26

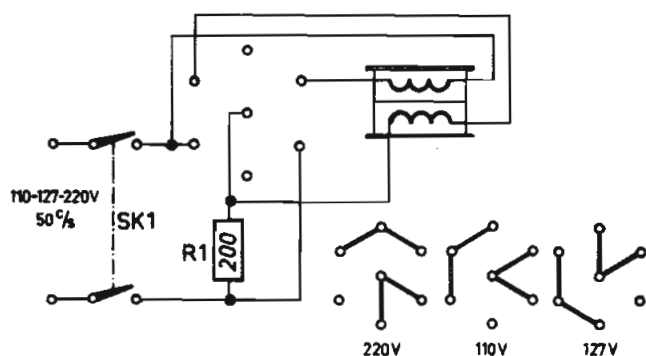


fig. 1

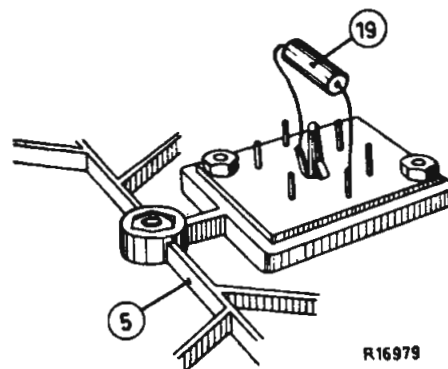


fig. 2

AG 2004	WIJZIGINGEN	SM 22-10
---------	-------------	----------

De draaitafellagering in de platenspeler AG 2004 heeft tijdens de productie een wijziging ondergaan.

Het draaitafellager en de as zijn namelijk langer geworden.

De apparaten waarin deze wijzigingen zijn aangebracht zijn te herkennen aan de stempel HO2 op de onderzijde van de montageplaat.

De nu volgende gewijzigde onderdelen zijn niet verwisselbaar, zodat bij het bestellen van deze onderdelen hiermede rekening dient te worden gehouden. De as 3a in fig. 1, waarin de nieuwe situatie is afgebeeld, is dieper in de montageplaat 5a verzonken.

Ter vergelijking is in fig. 2 de vroegere uitvoering weer gegeven. Het codenummer van de vorige montageplaat, positie 5 in fig. 2, is 47 915 16.

Het codenummer van de nieuwe montageplaat, positie 5a in fig. 1, is AE 600 07.

Het draaitafellager is langer geworden.

Het codenummer van de vorige draaitafel, positie 2 in fig. 2, is A9 867 14.

Het codenummer van de nieuwe draaitafel, positie 2a in fig. 1, is AE 605 00.

De as, positie 3, is langer geworden.

Het codenummer van de **korte** vorige as, positie 3 in fig. 2, is 49 891 87.0.

Het codenummer van de **lange** nieuwe as, positie 3a in fig. 1, is 49 891 87.1.

Voorts zijn de draaitafels reeds enige tijd met een vaste 45 toeren adaptor uitgevoerd, zie fig. 3 en fig. 4.

Tenslotte is de vorm van de nulstandsbeugel enigszins gewijzigd.

In fig. 5a, positie 7, is de vroegere uitvoering aangegeven, terwijl in fig. 5b, positie 7a, de nieuwe uitvoering is afgebeeld.

Aan de stuklijst zijn de volgende codenummers toegevoegd (zie servicedocumentatie).

Ring onder en boven tussenwiel, positie 29, codenummer P5 515 93/16.

Sam. frictiemechanisme bestaande uit positie 15, 25, 18 en 24, codenummer 49 915 69.0 (figuur z.o.z.)

AG 2100	LIJMEN VAN NOKKEN IN HET DEKSEL	SM 22-11
---------	---------------------------------	----------

Mochten bij het demonteren van het apparaat de nokken van het deksel breken, dan kunnen deze op een eenvoudige manier worden gelijmd.

De breukvlakken worden met benzol of benzeen inge-

smeerd en vervolgens meteen tegen elkaar gedrukt. Hierna moet het deksel nog een uur drogen, waarna het weer op het apparaat kan worden aangebracht.

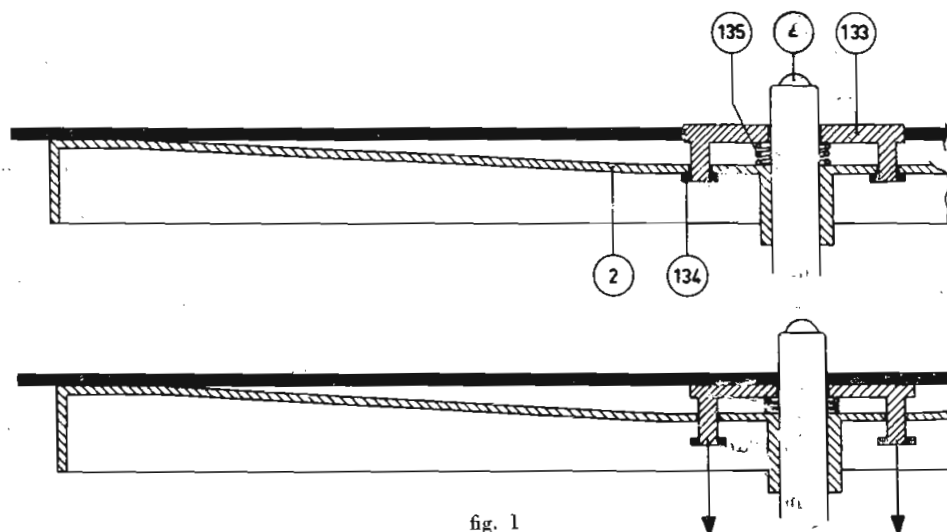


fig. 1

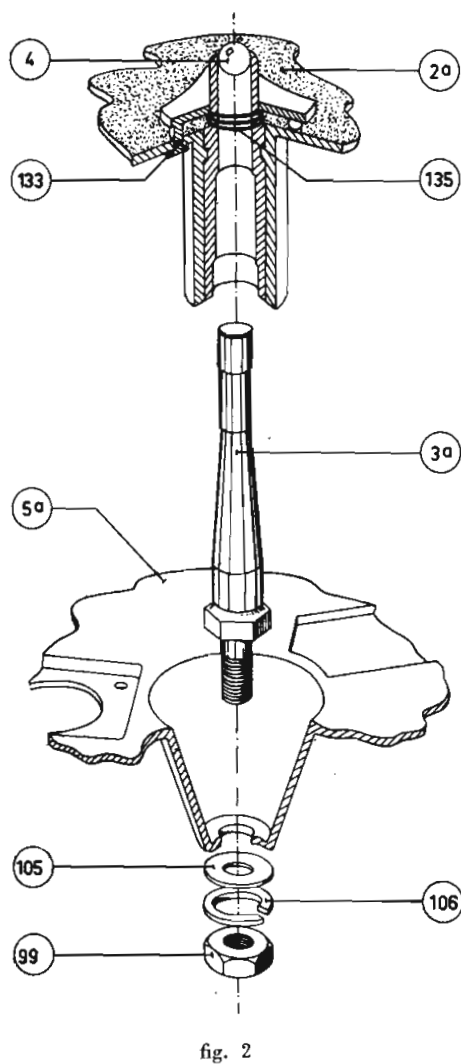


fig. 2

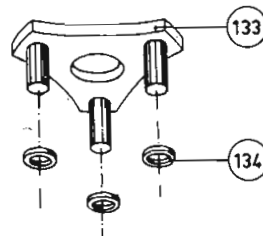


fig. 3

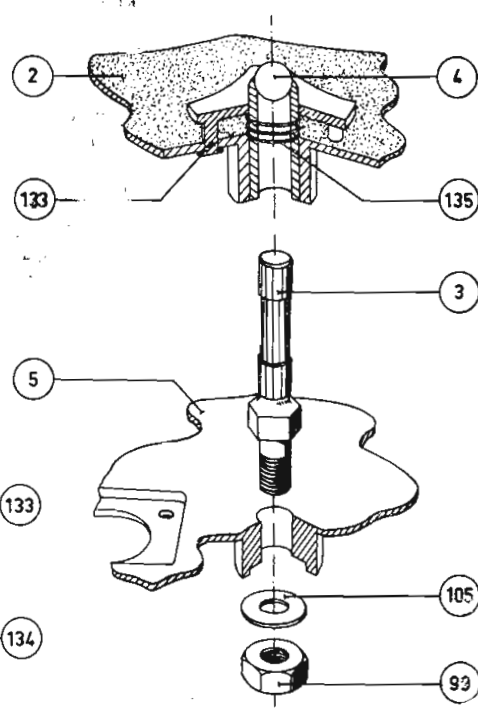


fig. 4

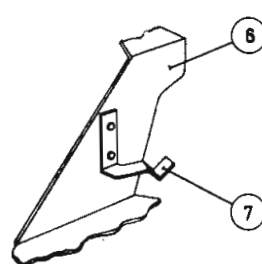


fig. 5